

**MENCARI JALUR K TERPENDEK MENGGUNAKAN YEN  
ALGORITHM UNTUK MULTIPATH ROUTING PADA OPENFLOW  
SOFTWARE-DEFINED NETWORK**

**SKRIPSI**

**KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:  
Afredy Carlo Sembiring  
NIM: 1351503011127



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018

## PENGESAHAN

MENCARI JALUR K TERPENDEK MENGGUNAKAN YEN ALGORITHM UNTUK  
MULTIPATH ROUTING PADA OPENFLOW SOFTWARE-DEFINED NETWORK

### SKRIPSI

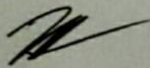
Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :  
Afredy Carlo Sembiring  
NIM: 135150301111127

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
17 Januari 2018

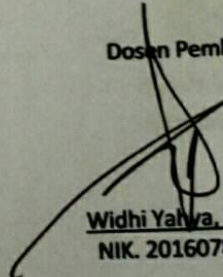
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Wijaya Kurniawan, S.T, M.T.  
NIK. 1980125 201504 1 002

Dosen Pembimbing II



Widhi Yahya, S.Kom, M.Sc.  
NIK. 2016078911211001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D  
NIP. 19710518 200312 1 001

A

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 17 Januari 2018



Afredy Carlo Sembiring.

NIM:135150301111127

## KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan petunjuk-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “MENCARI JALUR K TERPENDEK MENGGUNAKAN *YEN ALGORITHM* UNTUK *MULTIPATH ROUTING* PADA *OPENFLOW SOFTWARE-DEFINED NETWORK*”.

Dalam penyusunan dan penelitian skripsi ini tidak lepas dari bantuan moral dan materi yang diberikan dari berbagai pihak, maka peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga besar atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian, dan kesabarannya memberikan semangat kepada peneliti, serta senantiasa tiada hentinya memberikan doa demi terselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Heru Nurwarsito, Ir., M.Kom., selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
5. Bapak Sabriansyah Rizqika Akbar, S.T, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Brawijaya Malang.
6. Bapak Wijaya Kurniawan, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dengan baik.
7. Bapak Widhi Yahya, S.Kom, M.Sc. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada peneliti, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
8. Pau yang selalu memberikan semangat, motivasi dan kasih sayang selama proses perkuliahan sampai saya selesai mengerjakan skripsi.
9. Teman-teman seperjuangan mulai dari pertama masuk kuliah: Heri, Bobby, Eka, Romy, Wildan yang selalu memberikan semangat, hiburan, dan dukungan dalam proses perkuliahan.
10. Seluruh civitas akademika Informatika Universitas Brawijaya dan terkhusus untuk teman-teman Teknik Komputer Angkatan 2013 yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama peneliti menempuh studi di Teknik Komputer Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat peneliti harapkan. Akhir kata peneliti berharap skripsi ini dapat membawa manfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Malang, 17 Januari 2018

Afredy Carlo Sembiring.  
Afredycarlos95@gmail.com

## ABSTRAK

*Software Defined Network* (SDN) merupakan suatu pemodelan jaringan yang memisahkan antara *control plane* dan *data plane* dengan menggunakan standar komunikasi *protocol Openflow* untuk menghubungkan keduanya. SDN mulai dikembangkan beberapa tahun terakhir ini dan sudah banyak diimplementasikan salah satunya adalah untuk *routing* jaringan. Terdapat tiga algoritme *routing* dalam penelitian ini yaitu *Yen algorithm* algoritme DFS dan algoritme Dijkstra. Ketiga algoritme ini akan diimplementasikan menggunakan *emulator Mininet* dan *Ryu controller*. Pengujian yang dilakukan untuk mengukur kinerja dari algoritme meliputi *convergence time*, *throughput* dan *packet loss*. Pada pengujian *convergence time*, *Yen algorithm* mendapatkan rata-rata sebesar 0.0070 detik dan DFS sebesar 0.00734 detik. Data yang didapatkan pada pengujian menggunakan *Yen algorithm* akan dibandingkan dengan data yang didapatkan menggunakan algoritme DFS dan algoritme Dijkstra dengan metode pengujian yang sama. Berdasarkan hasil pengujian *throughput*, *Yen Algorithm* mengungguli algoritme DFS dan algoritme Dijkstra dengan rata-rata mencapai 178.422. Untuk hasil pengujian *packet loss*, *Yen algorithm* juga lebih unggul karena memiliki *packet loss* lebih sedikit dibandingkan dengan algoritme DFS dan algoritme Dijkstra.

Kata kunci: *SDN, OpenFlow, Mininet, Ryu, Yen, DFS*

## **ABSTRACT**

*Software Defined Network (SDN) is network modeling that separates between control plane and data plane using Openflow protocol communication standard to connect both of them. SDN began to developed in recent years and has been widely implemented, one of them is network routing. There are three routing algorithms in this research which are Yen Algorithm, DFS Algorithm and Dijkstra Algorithm. These three algorithms will be implemented using Mininet emulator and Ryu controller. The tests performed to measure the performance of the algorithm include convergence time, throughput and packet loss. In the convergence time test, the Yen algorithm gets an average of 0.0070 seconds and DFS gets an average of 0.00734 seconds. The data obtained in the test using the Yen algorithm will be compared with data obtained using DFS algorithm and Dijkstra algorithm with the same test method. The Yen Algorithm out performed the DFS Algorithm and Dijkstra algorithm with an of average 178.422 larger. For packet loss test results, Yen algorithm is also superior because it less packet loss compared to DFS algorithm and Dijkstra algorithm.*

Keyword: SDN, OpenFlow, Mininet, Ryu, Yen, DFS

## DAFTAR ISI

PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	14
1.1 Latar belakang .....	14
1.2 Rumusan masalah .....	15
1.3 Tujuan.....	16
1.4 Manfaat .....	16
1.5 Batasan masalah .....	16
1.6 Sistematika pembahasan/laporan .....	17
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN .....	18
2.1 Kajian Pustaka .....	18
2.2 Dasar Teori .....	19
2.2.1 <i>Software-Defined Networking</i> .....	19
2.2.2 <i>Openflow</i> .....	20
2.2.3 <i>Controller</i> .....	22
2.2.4 <i>Multipath Routing</i> .....	22
2.2.5 <i>Mininet</i> .....	23
2.2.6 <i>Ryu</i> .....	23
2.2.7 <i>Yen's Algorithm</i> .....	24
2.2.8 <i>DFS (Depth-First-Search)</i> .....	24
BAB 3 METODOLOGI .....	25
3.1 Studi literatur .....	26
3.2 Analisis Kebutuhan.....	26



3.2.1 Kebutuhan Fungsional.....	26
3.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional .....	26
3.3 Perancangan Sistem .....	27
3.4 Implementasi.....	28
3.5 Pengujian dan Analisis.....	28
3.6 Pengambilan Kesimpulan .....	30
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN.....	31
4.1 Gambaran Umum Sistem .....	31
4.1.1 Tujuan.....	31
4.1.2 Perspektif Sistem.....	31
4.1.3 Persyaratan <i>Hardware</i> .....	31
4.1.4 Persyaratan <i>Software</i> .....	32
4.1.5 Lingkungan Operasi Sistem .....	32
4.1.6 Batasan Sistem .....	32
4.2 Kebutuhan Sistem .....	32
4.2.1 Kebutuhan Fungsional.....	32
4.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional.....	33
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI .....	36
5.1 Perancangan.....	36
5.1.1 Perancangan Topologi.....	36
5.1.2 Algoritme Pencarian Jalur .....	37
5.1.3 <i>Pseudocode yen algorithm</i> .....	42
5.2 Implementasi.....	42
5.2.1 Instalasi .....	43
5.2.1.1 <i>Mininet</i> .....	43
5.2.1.2 <i>Ryu Controller</i> .....	43
5.2.1.3 <i>Mininam</i> .....	43
5.2.1.4 <i>Bwm-ng</i> .....	44
5.3 Membangun Topologi di <i>Mininet</i> .....	44
5.4 Pengembangan Program <i>Controller</i> .....	47
5.4.1 Variabel dan Struktur Data .....	48
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	49
6.1 Skenario Pengujian.....	49

6.1.1 Pengujian Pencarian Jalur .....	50
6.1.2 Pengujian Throughput.....	53
6.1.3 Pengujian <i>Packet Loss</i> .....	57
6.1.4 Pengujian Multipath.....	59
6.2 Analisis.....	68
6.2.1 Analisis Pencarian Jalur .....	68
6.2.2 Analisis Throughput .....	68
6.2.3 Analisis <i>Packet Loss</i> .....	68
6.2.4 Analisis <i>Multipath</i> .....	69
BAB 7 PENUTUP .....	70
7.1 Kesimpulan .....	70
7.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN .....	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur <i>Software-Defined Networking</i> .....	19
Gambar 2.2 Arsitektur <i>OpenFlow</i> .....	21
Gambar 2.2 Ilustrasi Multipath routing <i>Yen algorithm</i> .....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Proses perancangan sistem.....	27
Gambar 5.1 Peta topologi <i>Abilene Network</i> .....	36
Gambar 5.2 Topologi <i>Abilene Network</i> pada <i>Mininet</i> .....	37
Gambar 5.3 <i>Flowchart</i> algoritme pencarian dan pemilihan jalur .....	40
Gambar 5.4 <i>Pseudocode Yen algorithm</i> .....	42
Gambar 5.5 Contoh topologi di <i>Mininet</i> .....	39
Gambar 5.6 Pengaturan <i>controller</i> di <i>Mininet</i> .....	45
Gambar 5.7 Pengaturan preferences di <i>Mininet</i> .....	46
Gambar 5.8 <i>Running Controller Ryu</i> .....	47
Gambar 6.1 Topologi <i>Abilene</i> .....	50
Gambar 6.2 Topologi 2 (T2) .....	51
Gambar 6.3 Contoh output pencarian jalur .....	52
Gambar 6.4 T2 Pengujian Matematis Yen .....	52
Gambar 6.5 Contoh pengujian throughput Yen 5 koneksi .....	54
Gambar 6.6 Contoh pengujian throughput DFS 5 koneksi .....	54
Gambar 6.7 Contoh pengujian throughput Dijkstra 5 koneksi .....	55
Gambar 6.8 Grafik pengujian throughput.....	55
Gambar 6.9 Grafik pengujian throughput SUM.....	56
Gambar 6.10 Contoh pengujian Packet loss 5 koneksi .....	58
Gambar 6.11 Grafik pengujian packet loss .....	58
Gambar 6.12 Port penghubung pada topologi <i>Abilene</i> .....	60
Gambar 6.13 Jalur yang digunakan menggunakan <i>Yen algorithm</i> .....	60
Gambar 6.14 Jalur yang digunakan menggunakan algoritme DFS .....	61
Gambar 6.15 Jalur yang digunakan menggunakan algoritme Dijkstra .....	62
Gambar 6.16 Contoh output aplikasi bwm-ng .....	63
Gambar 6.17 Grafik pengujian Multipath T2 .....	65
Gambar 6.18 Grafik pengujian <i>Multipath</i> topologi <i>Abilene</i> .....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka .....	18
Tabel 5.1 Daftar komponen <i>Mininet</i> .....	45
Tabel 5.2 Daftar komponen <i>Mininet</i> .....	47
Tabel 6.1 Syntax <i>running iperf</i> .....	50
Tabel 6.2 Syntax <i>running ping</i> .....	50
Tabel 6.3 Hasil pengujian matematis .....	55
Tabel 6.4 Hasil pengujian <i>throughput</i> .....	57
Tabel 6.5 Hasil pengujian <i>packet loss</i> .....	64
Tabel 6.6 Hasil pengujian <i>Multipath</i> topologi <i>Abilene</i> .....	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.A Convergence Time DFS.....	74
Lampiran 1.B Source Code.....	74

